

transpomer



Eur päisches Patentamt  
Europ an Patent Offic  
Office européen des br vets



Veröffentlichungsnummer: **0 676 777 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 95104676.2

51 Int. Cl.<sup>8</sup>: H01F 36/00, H01F 27/28

22 Anmeldetag: 29.03.95

30 Priorität: 11.04.94 DE 4412412

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
11.10.95 Patentblatt 95/41

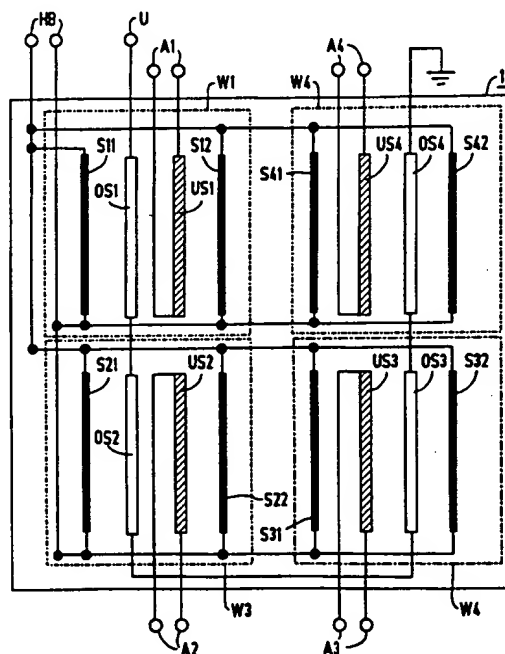
64 Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH DE FR GB LI NL SE

71 Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Wittelsbacherplatz 2  
D-80333 München (DE)

72 Erfinder: Müller, Walter, Dr.  
Hörmleweg 2  
D-82449 Uffing (DE)

54 Lokomotivtransformator und Wicklungsanordnung hierzu.

57 Um bei einem Transformator zur Versorgung von Antrieben, insbesondere einem Lokomotivtransformator, einen kompakten Aufbau zu erzielen, ist vorgesehen, daß der Transformator mit einer supra-  
leitenden Wicklungsanordnung (1) ausgestattet und in einem Kyrostatgefäß angeordnet ist. Die verwendete Wicklungsanordnung (1) weist für jeden zu versorgenden Antrieb eine Wicklungsgruppe (W1 bis W4) auf, die jeweils eine Oberspannungswicklung (US1 bis US4) eine Unterspannungswicklung (US1 bis US4) und zumindest eine Schubwicklung (S11 bis L42) aufweisen. Die Oberspannungswicklungen (OS1 bis OS4) sind in Reihe geschaltet.



EP 0 676 777 A1

Die Erfindung betrifft einen Lokomotivtransformator mit supraleitenden Wicklungen und eine Wicklungsanordnung hierzu.

Transformatoren zum Einsatz auf elektrisch angetriebenen Lokomotiven sind in der Regel als Einphasentransformatoren ausgebildet. Die über den Fahrdraht dem Transformator zugeführte Wechselspannung beträgt je nach Bahnstrangsystem 15 oder 25 KV. Zum Antrieb sind meistens mehrere Motoren vorgesehen. Um die erforderliche Antriebsleistung elektrisch steuern zu können, ist es erforderlich, daß der Transformator unterspannungsseitig mehrere den jeweiligen Motoren zugeordnete Wicklungen aufweist, die je nach geforderter Anzahl eingeschalteter Motoren nur teilweise von einem Strom durchflossen sind. Aus diesen Anforderungen heraus weisen konventionelle Transformatoren mehrere, beispielsweise vier, Unterspannungswicklungen auf, die jeweils einer Oberspannungswicklung zugeordnet sind. Die Oberspannungswicklungen sind dabei parallel geschaltet. Die Wicklungen sind gegebenenfalls auf verschiedenen Schenkeln eines Eisenkerns verteilt, wobei eine jede Wicklungsgruppe auch noch eine zusätzliche Wicklung für den Betrieb einer Heizungsanlage oder sonstigen Hilfseinrichtungen aufweisen kann. Derartige konventionelle Transformatoren weisen bauartbedingt bekannte Nachteile, wie z. B. Verluste und große Baumaße, auf.

Aus der DE-OS 42 32 703 ist ein Lokomotivtransformator mit einer supraleitenden Wicklungsanordnung bekannt. Nähere Angaben zu seinen Wicklungen oder zu seinem Kern sind dort nicht gemacht. Aus der CH-PS 397 066 ist eine Wicklungsanordnung für einen Fahrzeugtransformator bekannt, deren Oberspannungsteilwicklungen in Reihe geschaltet sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Lokomotivtransformator und eine Wicklungsanordnung hierzu anzugeben, die einen kleinen Aufbau und damit einen geringen Platzbedarf aufweisen.

Die Lösung der Aufgabe gelingt bezüglich des Lokomotivtransformators erfindungsgemäß dadurch, daß dieser eine supraleitende Wicklungsanordnung aufweist, die eine Mehrzahl von Wicklungsgruppen umfaßt, welche auf einem Kern in einem Kryostatgefäß angeordnet und jeweils Antriebsmotoren zugeordnet sind und die Wicklungsgruppen jeweils eine Oberspannungswicklung, eine Unterspannungswicklung und zumindest eine Schubwicklung aufweisen, wobei die Oberspannungswicklungen in Reihe geschaltet sind.

Der Erfinder ging hier einen völlig neuen Weg, wobei er die Technik des supraleitenden Transformators bei Lokomotiven einführte. Er stellt fest, daß trotz des zusätzlichen Aufwandes zur Erzielung der Supraleitung Vorteile beim Einsatz dieser Technik

zu erwarten ist. Der Aktivwert des neuen Transformators weist dabei ca. nur ein 1/6 des Gewichts eines konventionellen Transformators auf. Abschätzungen für die Kerngröße eines Transformators mit etwa 5 MVA ergaben, daß gegenüber einem konventionellen Kern mit einer Fenstergröße von ca. 1000 x 390 mm nur noch 830 x 200 mm benötigt werden.

Die Lösung der Aufgabe bezüglich der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung sieht vor, daß bei einem supraleitenden Transformator zur Versorgung von Antriebsmotoren, insbesondere Lokomotivantrieben, jedem Antriebsmotor eine Wicklungsgruppe mit einer Unterspannungswicklung, einer Oberspannungswicklung und zumindest einer Schubwicklung zugeordnet ist, wobei die Oberspannungswicklungen in Reihe geschaltet sind.

Eine derartige Wicklungsanordnung läßt bei einer supraleitenden Ausführung einen besonders kleinen Aufbau zu, da nur dünne Leiter für die Oberspannungswicklungen (OS) verwendet werden. Die Größe der für die Supraleitung erforderlichen Kühlanlage ist unter anderem von der Restverlustwärme in den Supraleitern abhängig. Diese wird in der Regel mit einem konstanten Wert je Volumeneinheit angegeben. Das heißt, daß das verwickelte Drahtvolumen oder die gesamte benötigte Drahtlänge die Dimensionierung der Kühlanlage bestimmen. Die konventionelle Wicklungsanordnung, bei der jeder Unterspannungswicklung (US) ein Parallelzweig der OS zugeordnet ist, würde im supraleitenden Transformator gegenüber der vorgeschlagenen Lösung zu einem enormen Mehraufwand führen. Der hier verwendete Leiterdraht ist als Multifilamentleiter ausgebildet und kann Ströme bis zu 450 Ampere (A) führen. Er ist damit in der Regel für den Gesamtstrombedarf der OS (im vorliegenden Beispiel ca. 300 A) ausreichend. Die Aufteilung auf vier Parallelzweige wie beim Stand der Technik würde daher zu einer erheblichen Überdimensionierung führen.

Bevorzugt sind die vier OS in Serie geschaltet, denen je eine US und bevorzugt zwei parallelgeschaltete Schubwicklungen zugeordnet sind. Die Schubwicklungen sorgen sowohl für mehrfach konzentrisch geschlossene Streuflußpfade - ohne daß Streufluß das Kryostatgefäß verläßt, - als auch für eine einwandfreie Energieübertragung auf die gerade stromführende/n US in Kommutierungslücken anderer US. Mit Vorteil können die Schubwicklungen als Energieversorgung für Hilfseinrichtungen, beispielsweise Heizungen oder Hilfsbetriebeumrichter, dienen.

Bevorzugt ist die Wicklungsanordnung auf einem Schnittbandkern angeordnet, der einen vorgegebenen Luftspalt aufweist. Dadurch wird erzielt, daß trotz vorgegebener Gleichstromdurchflutung des Kerns der Gleichflußanteil nur einen Bruchteil

der Sättigungsinduktion ausmacht. Auf diese Weise wird dem Problem der Gleichstromvormagnetisierung bei Einphasenkernen von Umrichtertransformatoren begegnet. Dies kann nämlich zur völligen Sättigung des Kerns im Betrieb führen und gilt insbesondere für Transformatoren mit kleinem Kernquerschnitt, was bei gewichtsminimierten Transformatoren mit supraleitenden Wicklungen besonders ausgeprägt sein kann. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die Erfindung und weitere Vorteile werden nachfolgend anhand der Zeichnung beispielhaft näher erläutert.

Die Figur zeigt rein schematisch eine Wicklungsanordnung 1 eines supraleitenden Transformators für Elektromotoren von umrichtergesteuerten Fahrtrieben, insbesondere zum Einsatz auf Lokomotiven. Die Versorgungsspannung U wird dabei in Reihe geschalteten Oberspannungswicklungen (OS) OS1 bis OS4 zugeführt. Eine derartige Reihenschaltung der OS war bisher bei herkömmlichen Transformatoren aufgrund der hohen Ströme und der dafür benötigten Leiterquerschnitte nicht möglich. Dies ist erst mit hochbelastbaren Supraleitern möglich, die nur geringe Leiterquerschnitte haben. Den OS1 bis OS4 sind jeweils zugeordnete Unterspannungswicklungen (US) US1 bis US4 räumlich und elektrisch zugeordnet. Die jeweiligen US1 bis US4 sind dabei elektrisch mit ihren Anschlüssen A1 bis A4 jeweils einer nicht näher gezeigten Antriebseinheit mit einem Umrichter und einem Fahrmotor zugeordnet. Um eine gleichmäßige Energieverteilung in der Wicklungsanordnung 1 zu erzielen, umfassen die jeweiligen einem Fahrmotor zugeordneten Wicklungsgruppen W1 bis W4 jeweils zwei Schubwicklungen S11 bis S42. Die Schubwicklungen S11 bis S42 sorgen für mehrfach konzentrisch in sich geschlossene Streuflußpfade, ohne daß Streufluß das nicht näher gezeigte Kryostatgefäß verläßt. Sie sorgen auch für eine einwandfreie Energieübertragung auf die jeweils gerade stromführende US in Kommutierungslücken jeweils anderer US. Die Stromverteilung ist dadurch verbessert.

Die bevorzugt parallel geschalteten Schubwicklungen S11 bis S32 werden auch zur Erzeugung einer Spannung HB für Hilfsbetriebe, insbesondere für Hilfsbetriebeumrichter und sonstige Eigenbedarfsversorgungen, verwendet.

Die gezeigte Wicklungsanordnung 1 ist beispielhaft für vier Fahrmotoren ausgelegt.

Der nicht näher dargestellte Kern der Wicklungsanordnung 1 kann vorteilhafterweise als Schnittbandkern, insbesondere mit definiert eingestellten Luftspalten, ausgebildet sein. Dadurch beträgt der Gleichflußanteil nur einen Bruchteil der Sättigungsinduktion bei der durch Zündwinkel-Un-

symmetrie der Umrichter vorgegebenen Gleichstromdurchflutung. Da der Transformator mit seiner Wicklungsanordnung 1 supraleitend ausgeführt ist, ist dieser in einem nicht dargestellten Kryostatgefäß mit zugehöriger Kühleinrichtung angeordnet. Das Kryostatgefäß enthält zwei Tunnel mit Kreis- oder Rechteck-Querschnitt zur Aufnahme des Eisenkerns auf Raum- bzw. Betriebstemperatur, gegebenenfalls mit eigenem Kern-Kühlsystem. Die Wicklungsgruppen W1, W2 und W3, W4 sind dabei beispielsweise den Kernschenkeln 1 beziehungsweise 2 zugeordnet. Die Wicklungen der Wicklungsanordnung 1 können je nach Anwendungsfall beispielsweise als Scheibenspulen oder als Lagenwicklungen ausgeführt sein.

#### Patentansprüche

1. Lokomotivtransformator mit einer supraleitenden Wicklungsanordnung (1), die eine Mehrzahl von Wicklungsgruppen (W1 bis W4) umfaßt, welche auf einem Kern in einem Kryostatgefäß angeordnet und jeweils Teilantrieben zugeordneten sind, wobei die Wicklungsgruppen (W1 bis W4) jeweils eine Oberspannungswicklung (OS1 bis OS4), eine Unterspannungswicklung (US1 bis US4) und zumindest eine Schubwicklung (S11 bis S42) aufweisen und die Oberspannungswicklungen (OS1 bis OS4) in Reihe geschaltet sind.
2. Lokomotivtransformator nach Anspruch 1, wobei je Wicklungsgruppe (W1 bis W4) zwei Schubwicklungen (S11 bis S32) vorgesehen sind, welche zumindest paarweise parallel geschaltet sind.
3. Lokomotivtransformator nach Anspruch 2, wobei die Schubwicklungen (S11 bis S32) alle parallel geschaltet sind.
4. Lokomotivtransformator nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei die Schubwicklungen (S11 bis S42) zum Erzeugen einer Hilfsspannung dienen.
5. Lokomotivtransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Kern als Schnittbandkern mit Luftspalt ausgebildet ist.
6. Wicklungsanordnung (1) für einen supraleitenden Transformator zur Versorgung von Antrieben, insbesondere Lokomotivantrieben, wobei jedem Teilantrieb eine Wicklungsgruppe (W1 bis W4) mit einer Unterspannungswicklung (US1 bis US4), einer Oberspannungswicklung (OS1 bis OS4) und zumindest einer Schubwicklung (S11 bis S42) zugeordnet ist, wobei

die Oberspannungswicklungen (OS1 bis OS4) in Reihe geschaltet sind.

7. Wicklungsanordnung nach Anspruch 6, wobei je Wicklungsgruppe (W1 bis W4) zwei Schubwicklungen (S11 bis S42) vorgesehen sind, welche zumindest paarweise parallel geschaltet sind. 5
8. Wicklungsanordnung nach Anspruch 7, wobei die Schubwicklungen (S11 bis S32) alle parallel geschaltet sind. 10
9. Wicklungsanordnung nach Anspruch 6,7 oder 8, wobei die Schubwicklungen (S11 bis S32) zum Erzeugen einer Hilfsspannung dienen. 15
10. Wicklungsanordnung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, mit einem Kern, der als Schnittbandkern ausgebildet ist. 20
11. Wicklungsanordnung nach Anspruch 10, wobei der Schnittbandkern einen vorgegebenen Luftspalt aufweist. 25

30

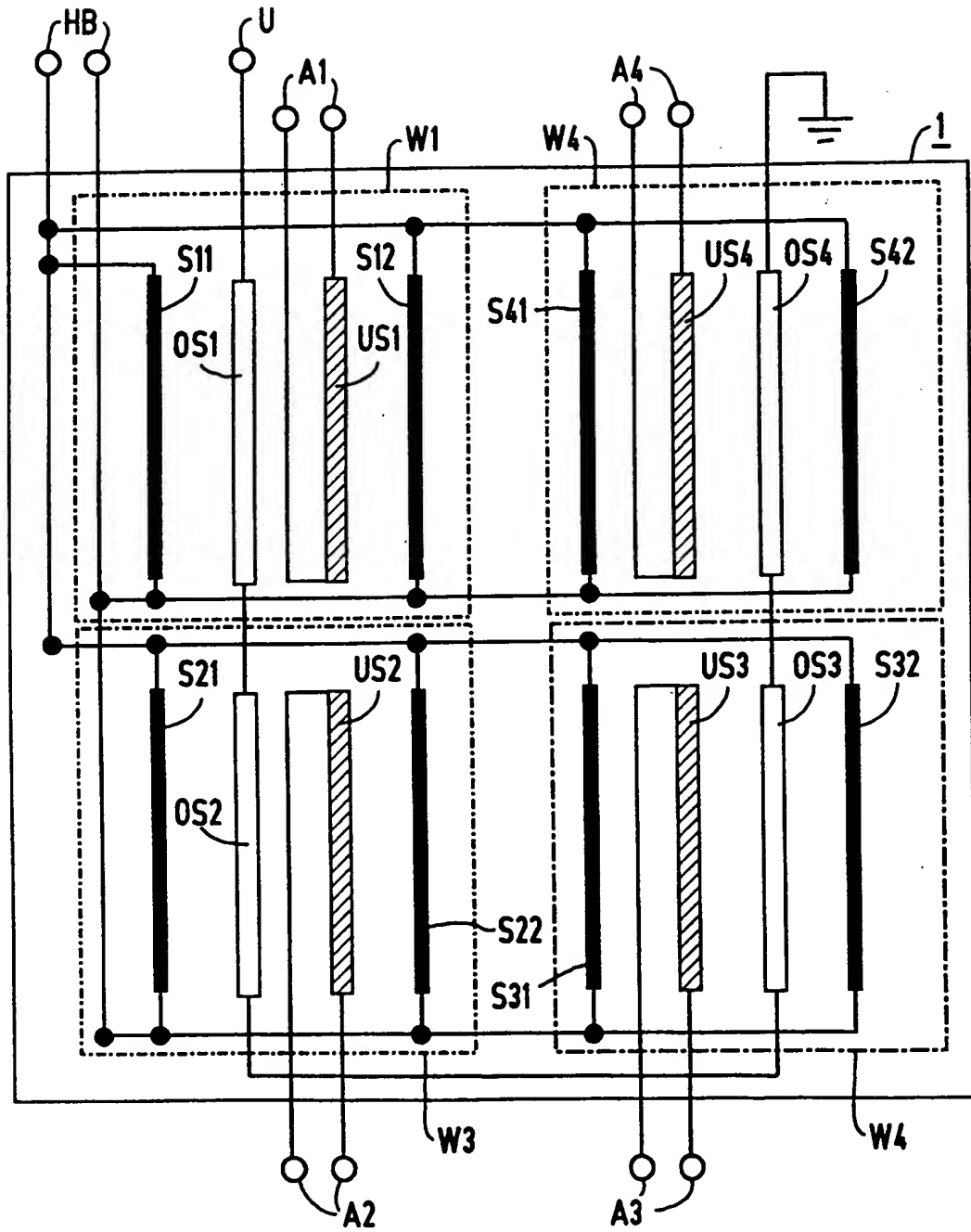
35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 95 10 4676

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006 no. 060 (E-102), 17. April 1982 & JP-A-57 001211 (TOSHIBA CORP) 6. Januar 1982, * Zusammenfassung *	1,6	H01F36/00 H01F27/28
A	GB-A-1 230 579 (CENTRAL ELECTRICITY GENERATING BOARD) 5. Mai 1971		
A	CH-A-337 933 (LICENTIA)		
A, D	EP-A-0 590 546 (ABB PATENT GMBH) 6. April 1994		
A, D	CH-A-397 066 (SIEMENS)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H01F
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	14. Juli 1995	Vanhulle, R	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			